

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11176559 A**(43) Date of publication of application: **02 . 07 . 99**

(51) Int. Cl.

H05B 3/10
H01L 21/205
H05B 3/14
H05B 3/20

(21) Application number: **09362019**(22) Date of filing: **11 . 12 . 97**(71) Applicant: **SHIN ETSU CHEM CO LTD**

(72) Inventor:
KANO MASAKI
SATO KENJI
ARAI NOBUO

(54) MULTIPLE-LAYERED CERAMIC HEATER

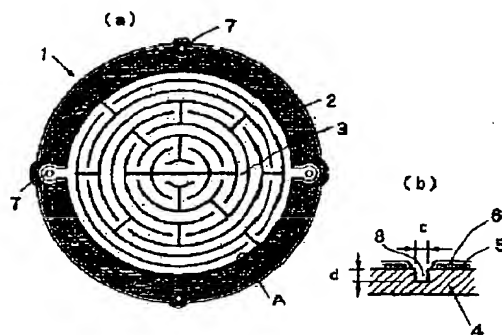
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain rise to a high temperature and control properties due to reduction of leakage current between zones, and enable uniform heating of a wafer and quick convergence, by constituting a conductive ceramics or heater pattern covered with a protective layer by bonding two or more zones on an electric insulation ceramics support substance of a resistance between zones of a specific value within a specific temperature range.

SOLUTION: On a surface of a support board 4 such as AlN or BN or the like, a heating layer 5 having a heater pattern of inner and outer zones 3 and 2 of carbons or high-melting point metals or the like to be individually temperature-controlled bonded with each other is covered with a protective layer 6. At each zone boundary part, a resistance between zones is 5×10^3 to 1×10^{16} ohms at a heater temperature range of 500 to 1500°C by forming of a zone boundary engraved groove 8 or the like in thickness direction of the support substrate 4, and short-circuit due to dielectric breakdown and a temperature fall due to an increased interval are prevented. Further, support points of the support board 4 are set for only a heater outer periphery instead of every outer zones 3, 2, and influence upon temperature

distribution such as wafer is eliminated.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-176559

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 5 B 3/10

H 0 5 B 3/10

A

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

H 0 5 B 3/14

H 0 5 B 3/14

B

3/20

3 2 8

3/20

3 2 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-362019

(22) 出願日

平成9年(1997)12月11日

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72) 発明者 狩野 正樹

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

(72) 発明者 佐藤 健司

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

(72) 発明者 新井 延男

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

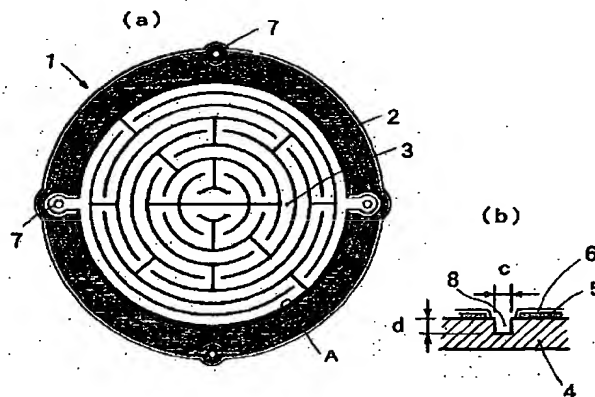
(74) 代理人 弁理士 好宮 幹夫

(54) 【発明の名称】 複層セラミックスヒータ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高温プロセスで各ゾーン毎の温度制御を行う場合においても、ゾーン間の漏れ電流が少なく、高温まで昇温可能で、各ゾーンでの制御性を落さずにウエーハの昇降温時のウエーハの均熱化を素早く収束させることができると共に、支持ポイントをウエーハの温度分布に影響のないヒータ外周部のみに設置された一体型の複層セラミックスヒータを提供する。

【解決手段】 電気絶縁性セラミックス支持基板の表面に、導電性セラミックスまたは金属からなるヒータパターンが、少なくとも2ゾーン以上に分割された状態で接合され、該ヒータパターンを覆って保護層を形成した一体型の抵抗加熱方式の複層セラミックスヒータにおいて、該2ゾーン以上に分割配置されたヒータパターンのヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗が $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ であることを特徴とする複層セラミックスヒータ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気絶縁性セラミックス支持基板の表面に、導電性セラミックスまたは金属からなるヒータパターンが、少なくとも2ゾーン以上に分割された状態で接合され、該ヒータパターンを覆って保護層を形成した一体型の抵抗加熱方式の複層セラミックスヒータにおいて、該2ゾーン以上に分割配置されたヒータパターンのヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗が $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ であることを特徴とする複層セラミックスヒータ。

【請求項2】 電気絶縁性セラミックス支持基板の表面に、導電性セラミックスまたは金属からなるヒータパターンが、少なくとも2ゾーン以上に分割された状態で接合され、該ヒータパターンを覆って保護層を形成した一体型の抵抗加熱方式の複層セラミックスヒータにおいて、該2ゾーン以上に分割配置されたヒータパターンの各ゾーン境界部に、支持基板の厚さ方向に、ゾーン間の電気絶縁用の掘り溝または貫通溝を形成したことを特徴とする複層セラミックスヒータ。

【請求項3】 前記掘り溝または貫通溝が、ヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗が $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ となるように形成されることを特徴とする請求項2に記載した複層セラミックスヒータ。

【請求項4】 前記支持基板および保護層の材質が、AlN、BN、AlNとBNとの複合体、PBNまたはSiO₂であり、前記ヒータパターンの材質がカーボン、高融点金属、高融点金属合金、貴金属または貴金属合金であることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載した複層セラミックスヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックスヒータ、特に半導体プロセスにおける昇降温工程に使用される複層セラミックスヒータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体プロセスに使用されるヒータとしては、アルミナ、窒化アルミニウム、ジルコニア、窒化硼素等の焼結セラミックスからなる支持基板に、発熱体としてモリブデン、タングステン等の高融点金属の線材や箔を巻き付けるか、接着し、その上に電気絶縁性セラミックス板を載せたものが用いられてきている。また、これを改良したものとしては、電気絶縁性セラミックス支持基板の上に導電性セラミックスの発熱層を設け、その上に、電気絶縁性セラミックスの被覆を施したセラミックスヒータが開発され、絶縁性、耐食性を向上させている。

【0003】一方、半導体素子の製造においては、ウエーハの大口径化が進み、現在では直径200mmのシリコンウエーハが主流になってきており、2010年には

直径300mmとなる見通しである。また、大口径化が進むと、従来のバッチ式処理装置では、プロセスの均一性等の性能確保が難しくなり、その解決策としてウエーハを一枚ずつ処理する枚葉式処理に置き代わるプロセスが今後増加して行くことが予想される。

【0004】この枚葉式処理の加熱源として消費電力が少なく、安定性の高い、セラミックスヒータは大いに期待されており、その大口径化、性能向上も平行して進められている。そして、ウエーハの温度がウエーハ上に成膜される膜の性質、成膜速度に大きな影響があるため、ウエーハの大口径化に伴い、その均熱性をいかに制御するかが重要なポイントになる。そのため、加熱源であるセラミックスヒータは、例えば、径方向で複数分割し、ガスの供給によって変化する温度変化に対応して均熱性を維持するように各ゾーンで素早く温度制御することが必要となってくる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高温プロセスでゾーン制御を行う場合には、セラミックス支持基材自体の抵抗率が減少するため、ゾーン間の絶縁性が問題となり、さらにヒータが大口径化すると、それにかかる電力も面積に比例して増大するため、場合によっては、高電圧、高電流が必要となる。それに従い、ゾーン間の漏れ電流が大きくなると、各ゾーンでの制御性が落ちて、半導体製造プロセスの連続処理での昇降温時後のウエーハの均熱化に時間を要し、最悪の場合には、ゾーン間の絶縁破壊によりショートしてヒータを破損させるという危険性も含んでおり、所望の温度まで昇温出来ないと言う欠点があった。

【0006】そこで、各ゾーン毎にヒータを完全に分離して独立させる方法もあるが、各ゾーン毎に支持基板を支持する支持ポイントを設置しなければならず、しかもこのポイントを通して放熱するため、ポイント近傍の温度が低くなると共に、被加熱物であるウエーハの温度分布を著しく悪化させてしまうと言う悪影響を及ぼす。従って、支持ポイントの設置は、ヒータ外周部に最小限の数に止めておくことが好ましく、ゾーン間の絶縁には別の対策を立てなければならなくなった。

【0007】本発明は、かかる課題を解決するために為されたもので、高温プロセスで各ゾーン毎の温度制御を行う場合においても、ゾーン間の漏れ電流が少なく、高温まで昇温可能で、各ゾーンでの制御性を落さずにウエーハの昇降温時のウエーハの均熱化を素早く収束させることができると共に、支持ポイントをウエーハの温度分布に影響のないヒータ外周部のみに設置した一体型の複層セラミックスヒータを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために、本発明の請求項1に記載した発明は、電気絶

10

20

30

40

50

縁性セラミックス支持基板の表面に、導電性セラミックスまたは金属からなるヒータパターンが、少なくとも2ゾーン以上に分割された状態で接合され、該ヒータパターンを覆って保護層を形成した一体型の抵抗加熱方式の複層セラミックスヒータにおいて、該2ゾーン以上に分割配置されたヒータパターンのヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗が $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ であることを特徴とする複層セラミックスヒータである。

【0009】このように構成すれば、高温プロセスで各ゾーン毎に温度制御を行う場合においても、各ゾーン間の漏れ電流が少なく、高温まで昇温可能である。また、各ゾーンでの制御性は極めて良好であり、ウエーハの昇降温時にウエーハの均熱化を急速に収束させることができる。さらに、支持基板の支持ポイントをゾーン毎に設置する必要はなく、ウエーハの温度分布に影響のないヒータ外周部のみに設置すればよい。

【0010】そして、本発明の請求項2に記載した発明は、電気絶縁性セラミックス支持基板の表面に、導電性セラミックスまたは金属からなるヒータパターンが、少なくとも2ゾーン以上に分割された状態で接合され、該ヒータパターンを覆って保護層を形成した一体型の抵抗加熱方式の複層セラミックスヒータにおいて、該2ゾーン以上に分割配置されたヒータパターンの各ゾーン境界部に、支持基板の厚さ方向に、ゾーン間の電気絶縁用の掘り溝または貫通溝を形成したことを特徴とする複層セラミックスヒータである。また、請求項3では、前記掘り溝または貫通溝が、ヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗が $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ となるように形成されるようにした。

【0011】このようにすれば、加工が容易で、簡単にゾーン間の絶縁性が良好なヒータを作製することができる。そして、各ゾーン毎にヒータを完全に分離して独立させる方法と同様に、各ゾーン間の漏れ電流は極めて少なくなり絶縁破壊を起こす危険性が回避され、高温における長期安定使用を確保することができる。また、各ゾーン毎の温度制御性にも優れ、昇降温時のウエーハの均熱化も素早く収束させることができると共に、支持基板の支持ポイントをゾーン毎に設置する必要はなく、ウエーハの温度分布に影響のないヒータ外周部のみに設置しておけばよい。

【0012】また、本発明の請求項4に記載した発明は、前記支持基板および保護層の材質が、AlN、BN、AlNとBNとの複合体、PBNまたはSiO₂であり、前記ヒータパターンの材質がカーボン、高融点金属、高融点金属合金、貴金属または貴金属合金であることを特徴とする複層セラミックスヒータである。

【0013】このようにして選択した材質によりヒータを構成すると、上記掘り溝、貫通溝の形成加工も容易にでき、機械的強度、耐熱性、耐食性に優れた長寿命の複

層セラミックスヒータとすることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を用いて詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1は本発明の複層セラミックスヒータの一例を示したもので、(a)はその平面図であり、(b)は内外ゾーン境界部に設けた掘り溝の縦断面図である。図2は本発明の別の実施形態を示す複層セラミックスヒータを示したもので、(a)はその平面図であり、(b)は内外ゾーン境界部に設けた貫通溝の縦断面図である。図3は従来技術による複層セラミックスヒータの平面図である。

【0015】本発明者等は、半導体プロセスにおけるCVD装置やエッチング装置で使用される半導体ウエーハ加熱用のヒータにおける分割ゾーン間の絶縁破壊について種々検討した結果、ゾーン間に特定の絶縁抵抗を持たせること、この抵抗値を得るためにゾーン境界部に掘り溝または貫通溝を形成させればよいことに想到し、本発明を完成させたものである。

【0016】図1(a)および(b)において、本発明の複層セラミックスヒータ1は、円板状の電気絶縁性熱分解窒化硼素から成る支持基板4の表面に、導電性熱分解グラファイトで作られた外ゾーン2および内ゾーン3から成るヒータパターン(1ゾーン当たり2回線並列)を持つヒータ発熱層5が接合され、さらに発熱層5を覆って支持基板4と同じ材質の保護層6が形成され、この発熱部両端には、端子7が設けられ、外部電源とは導線で端子孔を通るボルト・ナットで接続されるようになっている。また、ヒータとして使用する場合の温度制御は外ゾーン2と内ゾーン3の二つの領域をそれぞれ別に行うことができるようになっている。

【0017】図1(b)は図1(a)の内外ゾーン境界部Aにおける縦断面図で、支持基板4の上の発熱層5は内外ゾーンに分断されて隙間を作り絶縁されている。そして発熱層5の分断された端面は保護層6によって覆われている。後述する掘り溝8は、この分断されて作られた隙間の支持基板4を切削して形成される。

【0018】ここで、本発明の特徴は、ヒータパターンの内外ゾーン境界部Aの電気抵抗を、ヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗が $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ となるようにしたことである。

【0019】各ゾーン間の絶縁破壊によるショートを防止するには、ゾーン境界部の間隔をより離せばよいが、離すことによってその空間部では温度が低下するので均一加熱ができなくなる。また離れた別々のゾーン毎に支持ポイントを設けなければならず、この支持ポイントを伝って放熱するのでこの付近の発熱層では温度が低下し被加熱ウエーハの温度分布が著しく悪化するので好ましい方法ではない。

【0020】そこで、この支持ポイントは放熱による温

度低下の影響の少ない、ヒータの外周部のみに設ければよいことにして、各ゾーン間を絶縁する抵抗を求めた結果、ヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗が $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ の範囲にあればよいことがわかった。 $5 \times 10^3 \Omega$ 未満では高温時の高電圧、高電流に耐えられず絶縁破壊の危険性があり、 $1 \times 10^{16} \Omega$ を超える高抵抗では、それを持たせるのに絶縁層によっても、空間によったとしても、ある程度の幅（距離）が必要となり、その部分では温度低下が起こるので温度分布の不均一化を避けることができなくなる。

【0021】次に、このヒータ温度範囲500～1500℃における各ゾーン間の抵抗を $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$ の範囲内にする方法として、本発明では、2ゾーン以上に分割配置されたヒータパターンの各ゾーン境界部に、支持基板の厚さ方向に、ゾーン間の電気絶縁用の掘り溝または貫通溝を形成するようにした。図1（b）には各ゾーン境界部A〔図1（a）参照〕に設けた掘り溝8の様子が示されており、この例では、掘り溝8の溝深さdを支持基板4の厚さの $1/2$ とし、溝深さdと溝幅cとの比を1：1として、溝を切削加工し、所望の抵抗値を得た。

【0022】本発明の別の実施形態として貫通溝の例を図2に示す。図2（b）は各ゾーン境界部B〔図2（a）参照〕に設けた貫通溝9の縦断面図で、この例では、貫通溝9の溝深さdを支持基板4の厚さに等しくして貫通させ、溝幅cを $1/2 \cdot d$ として、溝を切削加工し、所望の抵抗値を得た。ただし、貫通溝の長さはこの例ではゾーン境界部Bの全円周の約80%とし、残り約20%は端子部用と内外ゾーンの結合強度を維持するため溝加工をしないまま残した。

【0023】このように、所望の抵抗値を持った掘り溝または貫通溝を支持基板のゾーン境界部に沿って設けることにより、最低限のゾーン間の隙間で高温時の高電圧、高電流に耐える絶縁破壊防止用バリアーとすることができる。また、溝加工による支持基板の機械的強度の低下も殆どなく、隙間も最低限に小さくしたので均一加熱に悪影響を及ぼすことも殆どないし、この加工も容易である。

【0024】本発明が適用される複層セラミックスヒータの材質としては、支持基板および保護層の材質が、電気絶縁性の高いセラミックスであるAlN、BN、AlNとBNとの複合体、PBNまたはSiO₂等が適している。また、ヒータパターンの材質は、耐熱性が高く、適度な抵抗率を有するカーボン（グラファイト）、高融点金属（鉄、銅、ニッケル、モリブデン、タンタル、タングステン等）、高融点金属合金（Ni-Cr、Fe-Cr、Fe-Cr-Al等）、貴金属（銀、白金、ロジウム等）またはこれら貴金属合金（Pt-Rh等）等が好ましい。

【0025】本発明の複層セラミックスヒータは、一部

の金属発熱層を除いて、これを構成する支持基板、発熱層及び保護層のいずれも化学気相蒸着法（CVD法）により製造されたものである。CVD法によれば均一で高密度、高純度の蒸着層が得られ、ヒータとして漏れ電流が少なく、高温まで昇温可能で、各ゾーンの制御性もよく、均熱加熱が容易に行え、長期安定運転が可能となる。

【0026】

【実施例】以下、本発明の実施例を挙げて具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

（実施例1）CVD法により、アンモニアと三塩化硼素とを100 Torrの圧力下に1800℃で反応させて厚さ2mmの熱分解窒化硼素製支持基材を作製し、その上にメタンガスを1650℃、50 Torrの条件下で熱分解して厚さ100μmの熱分解グラファイト層を形成し、図3に示したような外ゾーン2（2回線）と内ゾーン3（2回線）から成るヒータパターンを加工した。ついで、この基板に再びアンモニアと三塩化硼素とを100 Torrの圧力下に1800℃で反応させて、厚さ100μmの熱分解窒化硼素製保護層で発熱層を覆い、外ゾーン2と内ゾーン3の2ゾーンからなる直径250mmの複層セラミックスヒータを製造した。

【0027】そして、図1のように、この支持基材4のゾーン境界部Aのみに、この基材の全厚さの $1/2$ の深さ（1mm）でかつこの深さと同寸法の幅（1mm）の掘り溝8を設けた。この加工によって、シリコンウエーハ温度で800℃でのゾーン間の絶縁抵抗は、 $6 \times 10^3 \Omega$ になり（比較例1の約2倍）、昇温後のシリコンウエーハ温度で1000℃まで加熱可能となった。

【0028】（比較例1）上記と同様にして、図3に示したような、ゾーン境界部に溝のない従来から用いられている外ゾーン2と内ゾーン3の2ゾーンからなる直径250mmの複層セラミックスヒータを作製した。そして、この複層セラミックスヒータを10⁻³Torrの真空中でゾーン制御しながら、シリコンウエーハを500℃に加熱した。次いで、これを急昇温させようと電力を投入し、シリコンウエーハ温度で800℃まで昇温したところ、内外ゾーン間の漏れ電流が大きくなり、これ以上の昇温は不可能となった。この時のヒータ温度は1200℃になっており、その原因は、ゾーン間の絶縁抵抗が下がったためで、その時のゾーン間の抵抗は、 3×10^3 であった。

【0029】（実施例2）上記と同様にして、図3に示したような2ゾーンを有する直径250mmの複層セラミックスヒータを作製した。これに図2のようにゾーン境界部Bの全円周面積の80%に貫通溝を設けた。残部20%は、内外ゾーンを一体で支持出来るように端子7の近くに溝を作らないで残した。この加工によって、シリコンウエーハ温度で800℃でのゾーン間の絶縁抵抗は、 15×10^3 と比較例1の約5倍になり、昇温後の

シリコンウエーハ温度で 1 1 0 0 °C まで加熱可能となった。

【0 0 3 0】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0 0 3 1】例えば、上記では本発明の実施例として二つの例を示したが、本発明はこのような例に限定されるものではなく、被加熱物の形状や被加熱物に与える温度分布の形状によっては、ヒータゾーンの分割数、その形状、ヒータパターン等の変更を伴うが、各ゾーン境界部の絶縁用溝はその絶縁抵抗値を所望の範囲内に適切に設定したものであれば溝の形状、位置は限定されない。

【0 0 3 2】また、本発明の適用にあつては、CVD 装置における半導体ウエーハの加熱ヒータとして好適とされるが、本発明はこのような例に限定されるものではなく、真空蒸着、イオンプレーティング、ドライエッチング等の半導体装置の加熱ヒータとして有効に使用される。

【0 0 3 3】

【発明の効果】本発明によれば、高温プロセス下で各ゾーン毎の温度制御を行う場合において、ゾーン間の漏れ電流を抑えて高温まで昇温することができ、各ゾーンでの制御性が良好でかつウエーハの均熱化を素早く収束さ*

*せることができると共に、支持基板の支持ポイントをゾーン毎に設置する必要はなく、ウエーハの温度分布に影響のないヒータ外周部のみに設置した、高性能で長期安定性に優れた複層セラミックスヒータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の複層セラミックスヒータの一例を示す図面である。(a) 平面図、(b) A 部縦断面図。

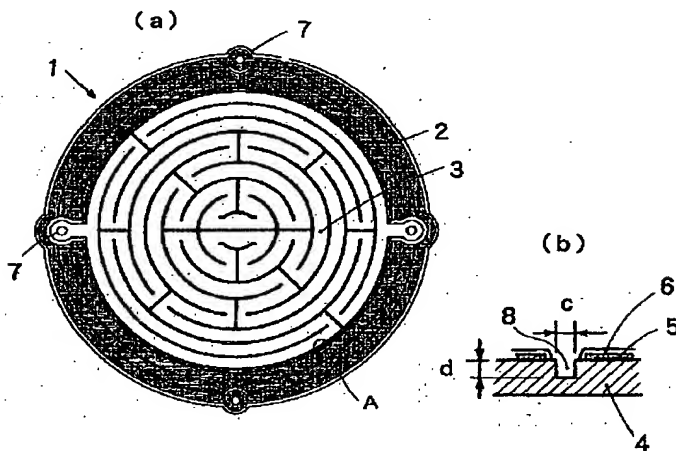
【図 2】本発明の複層セラミックスヒータの別の例を示す図面である。(a) 平面図、(b) B 部縦断面図。

【図 3】従来技術による複層セラミックスヒータの一例を示す平面図である。

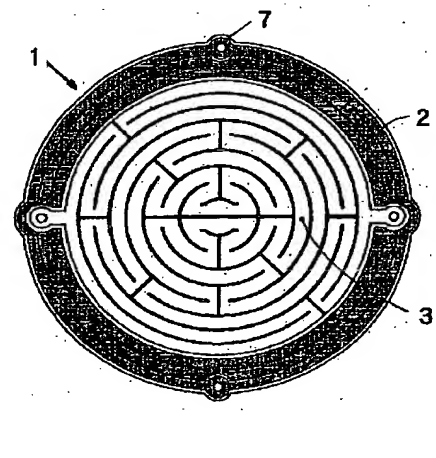
【符号の説明】

- 1…複層セラミックスヒータ、
- 2…外ゾーン、
- 3…内ゾーン、
- 4…支持基板、
- 5…発熱層、
- 6…保護層、
- 7…端子、
- 8…ゾーン境界掘り溝、
- 9…ゾーン境界貫通溝、
- c…ゾーン境界溝幅、
- d…ゾーン境界溝深さ。

【図 1】



【図 3】



【図 2】

